



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103222171 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201080070249. X

(22) 申请日 2010. 11. 24

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2013. 05. 20

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2010/070890 2010. 11. 24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02012/070117 JA 2012. 05. 31

(73) 专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 神田光彦 畑井彰

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112
代理人 何立波 张天舒

(51) Int. Cl.
H02M 1/12(2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 101572407 A , 2009. 11. 04, 全文 .
- JP 2005287157 A , 2005. 10. 13, 全文 .
- JP 2008245037 A , 2008. 10. 09, 第 2 段至第 3 段, 第 8 段至第 9 段, 第 20 段, 第 23 段至 24 段及附图 2、11、13.
- US 2008/0106320 A1 , 2008. 05. 08, 说明书第 23 段至第 31 段, 第 41 段, 第 50 段至第 52 段及附图 1、4、7.
- WO 2010070899 A1 , 2010. 06. 24, 全文 .

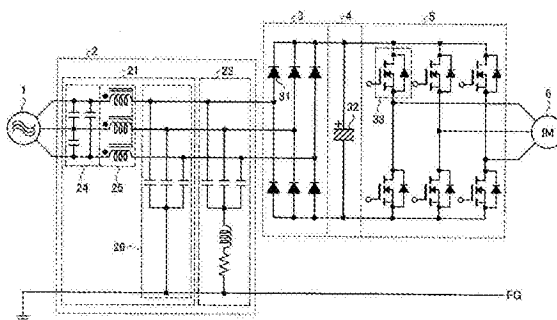
审查员 付文英

权利要求书1页 说明书7页 附图10页

(54) 发明名称
电动机驱动电路

(57) 摘要

一种电动机驱动电路, 其对交流电动机(6)进行 PWM 驱动, 该电动机驱动电路具有: 整流电路(3), 其对来自三相交流电源(1) 的电力进行整流; 直流中间电路(4), 其将整流电路(3) 的输出平滑化并进行保持; 逆变器电路(5), 其基于由直流中间电路(4) 保持的直流电力, 对向交流电动机(6) 施加的电压进行 PWM 控制; 噪声滤波器(21), 其插入至三相交流电源(1) 和整流电路(3) 之间; 以及频带截止滤波器(22), 其配置在噪声滤波器(21) 的后段。另外, 频带截止滤波器(22) 具有: 多个电容器, 它们的一端与将三相交流电源(1) 和整流电路(3) 连接的各相电源线连接, 各另一端之间相互连接; 以及串联连接电路, 其由插入至多个电容器的连接端和机架接地(FG) 之间的电阻元件及电感元件构成。



1. 一种电动机驱动电路,其对交流电动机进行 PWM 驱动,
所述电动机驱动电路的特征在于,具有:
整流电路,其对来自交流电源的电力进行整流;
直流中间电路,其将所述整流电路的输出平滑化并进行保持;
逆变器电路,其基于由所述直流中间电路保持的直流电力,对向所述交流电动机施加的电压进行 PWM 控制;以及
滤波器电路,其插入至所述交流电源和所述整流电路之间,
所述滤波器电路具有:
噪声滤波器,其减少无论是否进行所述 PWM 控制均可能产生的高次谐波噪声;以及
频带截止滤波器,其配置在所示噪声滤波器的后段,减少由于所述 PWM 控制而可能产生的具有带宽的高次谐波噪声,
所述频带截止滤波器构成为具有:
多个电容器,它们的一端与将所述交流电源和所述整流电路连接的各相电源线连接,各另一端之间相互连接;以及
串联连接电路,其由插入至所述多个电容器的连接端和机架接地或与机架接地相同电位的端子之间的电阻元件及电感元件而构成。
2. 根据权利要求 1 所述的电动机驱动电路,其特征在于,
考虑可能存在于所述频带截止滤波器和所述逆变器电路之间的噪声路径上的杂散电容、寄生电感及寄生电阻,确定所述频带截止滤波器的电感、电容值及电阻值。
3. 根据权利要求 1 所述的电动机驱动电路,其特征在于,
所述频带截止滤波器是将截止频率不同的多个频带截止滤波器多级连接而构成的。
4. 根据权利要求 3 所述的电动机驱动电路,其特征在于,
对于所述多个频带截止滤波器中的至少 2 个频带截止滤波器,其中一个频带截止滤波器的处理对象和另一个频带截止滤波器的处理对象,是以载波频率为基波的高次谐波噪声成分中的不同的高次谐波噪声成分。
5. 根据权利要求 3 所述的电动机驱动电路,其特征在于,
对于所述多个频带截止滤波器中的至少 2 个频带截止滤波器,其中一个频带截止滤波器的截止频率的中心值和另一个频带截止滤波器的截止频率的中心值之间的频率差,设定在所述其中一个或另一个频带截止滤波器的截止频率的 $\pm 5\%$ 以内。
6. 根据权利要求 1 所述的电动机驱动电路,其特征在于,
在所述逆变器电路中所具有的开关元件由宽带隙半导体形成。
7. 根据权利要求 6 所述的电动机驱动电路,其特征在于,
所述宽带隙半导体是使用碳化硅、氮化镓类材料或金刚石而形成的半导体。

电动机驱动电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动机驱动电路。

背景技术

[0002] 作为现有技术,关于下述专利文献 1 中所示的电源电路,公开了下述电路结构,即,在具有共模扼流圈、线旁路电容器(所谓的“Y 电容器”)的滤波器中,在与 2 个 Y 电容器所应连接的机壳接地之间分别插入电感元件,且将该电感元件之间的连接端与机壳接地连接。根据该电源电路,由于能够构成借助 Y 电容器和电感的共振频率而具有衰减频率的滤波器,因此能够减少不需要的电磁波。

[0003] 专利文献 1:日本特开 2008-182784 号公报

发明内容

[0004] 然而,在对电动机进行 PWM 驱动的电动机驱动电路的情况下,由于载波频率的高次谐波噪声成分具有带宽,因此存在如下课题,即,有时由 Y 电容器和电感元件构成的频带截止滤波器的带宽窄,无法充分地将噪声去除。

[0005] 本发明就是鉴于上述情况而提出的,其目的在于提供一种电动机驱动电路,其可充分地抑制具有带宽的高次谐波噪声成分而不增大电路规模。

[0006] 为了解决上述课题并实现目的,本发明的电动机驱动电路,其对交流电动机进行 PWM 驱动,该电动机驱动电路的特征在于,具有:整流电路,其对来自交流电源的电力进行整流;直流中间电路,其将所述整流电路的输出平滑化并进行保持;逆变器电路,其基于由所述直流中间电路保持的直流电力,对向所述交流电动机施加的电压进行 PWM 控制;以及滤波器电路,其插入至所述交流电源和所述整流电路之间,所述滤波器电路具有:噪声滤波器,其减少无论是否进行所述 PWM 控制均可能产生的高次谐波噪声;以及频带截止滤波器,其减少由于所述 PWM 控制而可能产生的具有带宽的高次谐波噪声。

[0007] 发明的效果

[0008] 根据本发明,具有不增大电路规模,即可充分地抑制具有带宽的高次谐波噪声成分的效果。

附图说明

[0009] 图 1 是表示实施方式 1 所涉及的电动机驱动电路的一个结构例的图。

[0010] 图 2 是说明在进行 PWM 控制时,在电动机驱动电路的内部可能产生的高次谐波噪声的图。

[0011] 图 3 是表示 LCR 串联电路的插入损耗特性的一个例子的图。

[0012] 图 4 是说明噪声滤波器和频带截止滤波器之间的功能分配的图。

[0013] 图 5 是表示实施方式 1 所涉及的电动机驱动电路的另一个结构例的图。

[0014] 图 6 是表示实施方式 2 所涉及的电动机驱动电路的一个结构例的图。

- [0015] 图 7 是表示第 1 模拟所涉及的滤波器电路部的电路常数的一个例子的图。
- [0016] 图 8 是表示第 1 模拟所涉及的第 1 滤波器电路中的插入损耗特性的图。
- [0017] 图 9 是表示第 1 模拟所涉及的第 2 滤波器电路中的插入损耗特性的图。
- [0018] 图 10 是表示第 1 模拟所涉及的滤波器电路部整体中的插入损耗特性的图。
- [0019] 图 11 是表示第 2 模拟所涉及的第 2 滤波器电路中的电路常数的一个例子的图。
- [0020] 图 12 是表示第 2 模拟所涉及的第 2 滤波器电路中的插入损耗特性的图。
- [0021] 图 13 是表示第 2 模拟所涉及的滤波器电路部整体中的综合插入损耗特性的图。
- [0022] 图 14 是表示第 3 模拟所涉及的 2 个第 2 滤波器电路中的插入损耗特性(插入损耗最大时的频率差 :0%) 的图。
- [0023] 图 15 是表示第 3 模拟所涉及的 2 个第 2 滤波器电路中的插入损耗特性(插入损耗最大时的频率差 :2.5%) 的图。
- [0024] 图 16 是表示第 3 模拟所涉及的 2 个第 2 滤波器电路中的插入损耗特性(插入损耗最大时的频率差 :5%) 的图。

具体实施方式

[0025] 下面,参照附图,对本发明的实施方式所涉及的电动机驱动电路进行说明。此外,本发明并不限于以下所示的实施方式。

[0026] 实施方式 1

[0027] 图 1 是表示实施方式 1 所涉及的电动机驱动电路的一个结构例的图。如图 1 所示,实施方式 1 所涉及的电动机驱动电路具有滤波器电路 2、整流电路 3、直流中间电路 4 及逆变器电路 5 而构成。在该电动机驱动电路中,通过整流电路 3 对来自交流电源(在图 1 中,将三相交流电源 1 作为例示)的电力进行整流,通过直流中间电路 4 进行平滑化。平滑化后的直流电力通过逆变器电路 5 变换为具有期望电压及期望频率的交流电力,向与逆变器电路 5 的输出端(交流输出端)连接的交流电动机 6 (在图 1 中,将三相感应电动机(IM)作为例示)供给,对交流电动机 6 进行 PWM 驱动。

[0028] 滤波器电路 2 具有与三相交流电源 1 连接的噪声滤波器 21 及配置在噪声滤波器 21 的后段的频带截止滤波器 22 而构成。

[0029] 在噪声滤波器 21 中设置有 :第 1 电路部 24,其是将跨线电容器(Across the Line Condenser) (所谓的“X 电容器”)连接在各相之间而形成的 ;第 2 电路部 25,其是将共模扼流圈插入至各相中而形成的 ;以及第 3 电路部 26,其是将一端与各相连接的 3 个 Y 电容器的各个另一端与机架接地(FG)连接而形成的。

[0030] 频带截止滤波器 22 构成为具有 :3 个 Y 电容器(在单相交流电源的情况下为 2 个 Y 电容器),它们的一端与将三相交流电源 1 和整流电路 3 连接的各相电源线连接,各个另一端之间相互连接 ;以及串联连接电路,其由插入至该 3 个 Y 电容器的连接端和机架接地(FG)之间的电阻元件及电感元件而构成。

[0031] 此外,在图 1 中示出了电阻元件及电感元件的串联连接电路与机架接地连接的结构,但也可以向与机架接地相同电位的端子连接。

[0032] 另外,在图 1 中,将频带截止滤波器 22 配置在噪声滤波器 21 的第 3 电路部 26 的后段,但也可以配置在第 3 电路部 26 的前段。

[0033] 整流电路 3 是通过将二极管元件 31 以全桥型连接而构成的。配置在整流电路 3 的后段的直流中间电路 4 具有平滑电容器 32 而构成。配置在直流中间电路 4 的后段的逆变器电路 5 是将 3 个(三相电动机的情况下)桥臂电路并联连接而构成的,该桥臂电路(支路)是将由晶体管元件和二极管元件反并联连接而成的开关元件 33 串联连接而构成的。

[0034] 接下来,参照图 1 至图 4,说明实施方式 1 所涉及的电动机驱动电路的主旨。在此,图 2 是说明在进行 PWM 控制时,可能在电动机驱动电路的内部产生的高次谐波噪声的图,图 3 是表示 LCR 串联电路的插入损耗特性的一个例子的图,图 4 是说明噪声滤波器 21 和频带截止滤波器 22 之间的功能分配的图。

[0035] 首先,作为基本的一点,如果将占空比 50% 的脉冲波形以傅立叶级数展开,则除了基波成分之外,仅出现 3 阶、5 阶、7 阶... 这样的奇数阶的高次谐波噪声成分(基波的奇数倍的成分),而不出现偶数阶的高次谐波噪声成分。另外,在以不变更脉冲周期而仅变更占空比的比率的方式形成的重复波形的情况下,高次谐波噪声成分增大的阶数发生变化,但噪声峰值的出现间隔没有改变。在此,不进行 PWM 控制的情况是与在重复周期内占空比恒定的波形相对应的,进行 PWM 控制的情况是与在重复周期内占空比发生变化的波形相对应的。

[0036] 在对开关元件进行通断控制的情况下,例如,如果是电源电路这样不进行 PWM 控制的电路,则高次谐波噪声成分的出现方式对应于各阶数而呈周期性,以载波频率为基波的高次谐波噪声成分是无需考虑带宽的陡峭的波形。

[0037] 另一方面,在如本实施方式的电动机驱动电路这样是进行 PWM 控制的电路的情况下,PWM 控制本身是周期性进行的,但在 PWM 控制的周期内占空比变更,因此,高次谐波噪声成分的出现方式仍然是周期性的,但以载波频率为基波的高次谐波噪声成分呈现为具有带宽的波形。

[0038] 图 2 所示的波形示出的是上述具有带宽的基波噪声成分及高次谐波噪声成分。在基波噪声成分 K1 的基础上,2 阶高次谐波噪声成分 K2、3 阶高次谐波噪声成分 K3、4 阶高次谐波噪声成分 K4、5 阶高次谐波噪声成分 K5,均成为具有如双向箭头所示的带宽的波形。因此,在图 1 所示的噪声滤波器 21 中存在下述情况,即,仅利用如第 3 电路部 26 所示的不具有带宽的滤波器,无法将具有带宽的噪声成分充分去除。

[0039] 图 3 (b) 是表示图 3 (a) 所示的 LCR 串联电路的插入损耗特性的一个例子的图,由虚线表示不具有 R 成分(电阻成分)的 LC 串联电路的插入损耗,由实线表示具有 R 成分的 LCR 串联电路的插入损耗。如图所示,通过使串联插入至 LC 串联电路的电阻值是可变的,从而能够使表示共振敏锐度的指标即 Q 值(Quality Factor)变化(使 Q 值变小),可将陡峭的特性变更为具有带宽的特性。此外,插入损耗特性中的带宽 W1 对应于噪声电压的带宽(参照图 2)进行确定即可。

[0040] 另外,在提高电动机的运转效率的情况下,或对电动机进行高精度的控制的情况下,有效的方法是提高载波频率。然而,在将载波频率设定得较高的情况下,噪声电平升高,必须对噪声滤波器进行强化,并且,有时在传导噪声的限制对象频率中包含的 150kHz 附近处包含载波频率的低阶高次谐波噪声成分,图 4 示出了该例子。

[0041] 图 4 所示的波形示出了载波频率为 36kHz 的情况下的大于或等于 5 阶的高次谐波噪声波形,横轴的原点位置表示限制对象频率的下限值即 150kHz。在载波频率为 36kHz 的

情况下,5阶高次谐波噪声相当于 $180(=36 \times 5)$ kHz,6阶高次谐波噪声相当于 $216(=36 \times 6)$ kHz。即,在提高了载波频率的情况下,在载波频率较低的情况下没有出现的低阶高次谐波的噪声成分会包含在限制对象频率内。

[0042] 另一方面,在本实施方式的电动机驱动电路中,通过使用频带截止滤波器22,从而能够减少在180kHz附近出现的5阶高次谐波噪声成分K5。此外,由于在216kHz附近出现的6阶高次谐波噪声成分K6和更高阶的高次谐波噪声成分(单点划线L1所示的噪声成分)与5阶高次谐波噪声成分K5相比噪声电平较小,因此,可通过噪声滤波器21来降低。

[0043] 在此,在没有使用如频带截止滤波器22这样的具有带宽的频带截止滤波器的情况下,例如在噪声滤波器21中,需要以多级地连接第2电路部25及第3电路部26,或增大第2电路部25的电感或第3电路部26中的电容值的方式等进行应对,有可能使滤波器电路整体的体积增大。

[0044] 另一方面,在本实施方式的电动机驱动电路中,由于能够使用频带截止滤波器22来减少低阶高次谐波噪声成分,因此,即使在载波频率较高的情况下,也能够抑制滤波器电路整体的体积增大和成本增加。

[0045] 此外,如果考虑将载波频率例如设定为如52kHz所示的更高频率的情况,则3阶高次谐波噪声相当于 $156(=52 \times 3)$ kHz,4阶高次谐波噪声相当于 $208(=52 \times 4)$ kHz,5阶高次谐波噪声相当于 $260(=52 \times 5)$ kHz。在此情况下,有可能会使4阶高次谐波噪声成分或5阶高次谐波噪声成分中的某一者的电平较大,仅通过噪声滤波器21无法降低至规定电平。在上述情况下,如图5所示,可以多级地连接频带截止滤波器22。例如可以构成为使用频带截止滤波器22a降低3阶高次谐波噪声成分,使用频带截止滤波器22b降低4阶高次谐波噪声成分或5阶高次谐波噪声成分中的较高一方的噪声成分。

[0046] 如上述说明所示,根据实施方式1的电动机驱动电路,在插入至交流电源和整流电路之间的滤波器电路中,滤波器电路所具有的噪声滤波器减少无论是否进行PWM控制均可能产生的高次谐波噪声,滤波器电路所具有的频带截止滤波器减少由于PWM控制而可能产生的具有带宽的高次谐波噪声,因此,对噪声滤波器进行强化的程度变小,能够抑制滤波器电路整体的成本和与安装相伴的体积增加。

[0047] 另外,根据实施方式1的电动机驱动电路,由于能够将载波频率设定得较高,因此,可实现减少电动机的损耗和对电动机进行高精度控制。

[0048] 实施方式2

[0049] 图6是表示实施方式2所涉及的电动机驱动电路的一个结构例的图。在图6的电动机驱动电路中,图示出了可能存在于用于收容逆变器电路5的框体和用于冷却逆变器电路5的开关元件的散热片之间的杂散电容、可能产生在散热片和机架接地(FG)之间的寄生电感及寄生电阻。这些杂散电容、寄生电感及寄生电阻是可能存在于频带截止滤波器22和逆变器电路5之间的噪声路径上的杂散成分(寄生成分)。在它们的值具有相对于频带截止滤波器22中的电容器、电感元件及电阻元件的值而无法忽略程度的大小的情况下,可能沿图示的箭头的路径流过共模电流。在存在上述的共模电流流过的路径的情况下,由于共振电流的大小与理论值不同,因此,共振频率也可能相对于理论值产生偏差。

[0050] 因此,在实施方式2的电动机驱动电路中,考虑上述的杂散电容、寄生电感及寄生电阻的值而确定频带截止滤波器22或22a、22b中的电容器、电感元件及电阻元件的值。此

外,在能够通过模拟等以一定程度的准确度推定出这些杂散电容、寄生电感及寄生电阻的值的情况下,使用上述推定出的值确定电容器、电感元件及电阻元件的值即可。

[0051] 另一方面,在难以推定出杂散电容、寄生电感及寄生电阻的值的情况下,将频带截止滤波器 22 (22a、22b) 中的电阻元件、以及电容器、电感元件中的至少一者作为可变要素进行调节即可。

[0052] 如上述说明所示,根据实施方式 2 的电动机驱动电路,考虑在频带截止滤波器和逆变器电路之间的噪声路径上可能存在的杂散电容、寄生电感及寄生电阻而确定频带截止滤波器的电感、电容值及电阻值,因此,可使频带截止滤波器的滤波器特性与期望频率相匹配,实现截止特性的提高。

[0053] (第 1 模拟结果)

[0054] 接下来,参照图 7 至图 10,说明实施方式 1、2 的电动机驱动电路所涉及的第 1 模拟结果。此外,图 8 至图 10 所示的插入损耗特性是将杂散电容、寄生电感及寄生电阻考虑在内而得到的。

[0055] 首先,第 1 模拟所涉及的滤波器电路部的电路常数如图 7 所示。在此情况下,噪声滤波器 21 的插入损耗特性如图 8 所示,是在 200kHz 至 30MHz 的频带中能够赋予大于或等于 40dB 的插入损耗的特性。

[0056] 另外,在图 7 所示的电路常数的情况下,频带截止滤波器 22 的插入损耗特性如图 9 所示,是能够相对于 180kHz 的高次谐波噪声成分赋予大于或等于 40dB 的插入损耗的特性。此外,将图 8 所示的特性和图 9 所示的特性合并而得到图 10。即,图 10 是表示将噪声滤波器 21 及频带截止滤波器 22 合并而成的滤波器电路部整体的插入损耗特性(综合插入损耗特性)的图。仅依靠图 8 所示的滤波器特性,低阶高次谐波噪声成分的降低能力不足,但通过增加图 9 所示的频带截止滤波器 22 的插入损耗特性,而可得到期望的滤波器特性。

[0057] 此外,关于图 10 所示的综合插入损耗特性,虽然根据图示的波形不易看出,但在 180kHz 附近的峰值波形和 10MHz 附近的峰值波形中,180kHz 附近的峰值波形的宽度更宽。180kHz 附近的峰值波形是通过在图 7 中的频带截止滤波器 22 中将电阻值设定为 0.2Ω 而得到的,成为适合具有带宽的高次谐波噪声成分的滤波器特性。

[0058] (第 2 模拟结果)

[0059] 接下来,参照图 11 至图 13,说明实施方式 1、2 的电动机驱动电路所涉及的第 2 模拟结果。此外,图 12、图 13 所示的插入损耗特性与第 1 模拟结果同样地,是将杂散电容、寄生电感及寄生电阻考虑在内而得到的。

[0060] 第 2 模拟所涉及的第 2 滤波器电路的电路常数如图 11 所示。在此情况下,频带截止滤波器 22a、22b 的插入损耗特性如图 12 所示,是能够相对于 180kHz (5 阶)及 252kHz (7 阶)的各高次谐波噪声成分赋予大于或等于 40dB 的插入损耗的特性。

[0061] 另外,将图 8 所示的特性和图 12 所示的特性合并而得到图 13,表示将噪声滤波器 21 及频带截止滤波器 22 合并而成的滤波器电路部整体的综合插入损耗特性。仅依靠图 8 所示的滤波器特性,低阶高次谐波噪声成分的降低能力不足,但通过增加图 13 所示的频带截止滤波器 22a、22b 的插入损耗特性,而可得到期望的滤波器特性。

[0062] 实施方式 3

[0063] 接下来,对实施方式 3 所涉及的电动机驱动电路进行说明。实施方式 3 所涉及的

电动机驱动电路的结构与图 5 所示的结构相同或等同。实施方式 1 是将成为两级结构的频带截止滤波器 22a、22b 作为用于降低不同的低阶高次谐波噪声成分的频带截止滤波器起作用的实施方式,但实施方式 3 是通过 2 个频带截止滤波器 22a、22b 减少 1 个低阶高次谐波噪声成分的实施方式。

[0064] (第 3 模拟结果)

[0065] 使用实施方式 3 所涉及的第 3 模拟结果,对实施方式 3 所涉及的动作进行说明。

[0066] 首先,关于第 3 模拟所涉及的电路常数,频带截止滤波器 22a 的电路常数如图 11 所示。另一方面,在频带截止滤波器 22b 的电路常数中,电容值及电阻值是与频带截止滤波器 22a 相同的值,但电感是可变的。

[0067] 从图 14 至图 16 所示的模拟结果来看,图 14 是插入损耗最大时的频率差为 0% 的情况,即将具有相同电路常数的频带截止滤波器形成为两级结构的情况。另外,图 15 是插入损耗最大时的频率差为 2.5% 的情况。由于频率差为 2.5%,因此,在一方的频带截止滤波器中的截止频率的中心值和另一方的频带截止滤波器中的截止频率的中心值之间设有 4.5 ($=180 \times 2.5/100$)kHz 的差。如上所述,实施方式 3 的滤波器结构是使用将截止频率的中心值以规定量进行了偏移的两级频带截止滤波器实现的参差滤波器(staggered filter)的结构。

[0068] 图 16 是插入损耗最大时的频率差为 5% 的情况,在一方的频带截止滤波器中的截止频率的中心值和另一方的频带截止滤波器中的截止频率的中心值之间设有 9 ($=180 \times 5/100$)kHz 的差。在图 16 的情况下,在 180kHz 和 189kHz 之间产生 6dB 左右的凹陷,但该程度的凹陷落在容许范围内。此外,在图 15 及图 16 中示出了使错开的频率向截止频率较高侧移动的模拟结果,但也可以向截止频率较低侧移动。例如如果是插入损耗最大时的频率差为 2.5% 的情况,则两级的频带截止滤波器中的截止频率的中心值为 175.5kHz 和 180kHz。

[0069] 如上述说明所示,根据实施方式 3 的电动机驱动电路,通过使用将截止频率的中心值以规定量进行了偏移的两级频带截止滤波器形成的参差滤波器,实现具有带宽的滤波器特性,因此,能够变更为具有带宽的特性而不降低频带截止滤波器的 Q 值即不变更频带截止滤波器的陡峭的特性。

[0070] 实施方式 4

[0071] 在实施方式 4 中,对电动机驱动电路的逆变器电路 5 中具有开关元件进行说明。作为在电动机驱动电路中使用的开关元件,通常具有下述结构,即将以硅(Si)为材料的半导体晶体管元件(IGBT、MOSFET 等)和同样以硅为材料的半导体二极管元件反并联连接。在上述实施方式 1 至 3 中说明的技术,能够用于具有该普通的开关元件的逆变器部及转换器部中。

[0072] 另一方面,上述实施方式 1 至 3 的技术并不限定于以硅为材料而形成的开关元件。该技术当然可以用于具有取代硅而以近年来受关注的碳化硅(SiC)为材料的开关元件的逆变器电路 5 中。

[0073] 在此,碳化硅具有能够在高温下使用的特征,因此,如果作为在逆变器电路 5 中所具有的开关元件而使用以碳化硅为材料的开关元件,则能够使开关元件模块的容许动作温度提高至高温侧,因此,能够提高载波频率,增加通断速度。然而,在进行 PWM 控制的电动机

驱动电路中,存在上述的低阶高次谐波噪声的问题和具有带宽的高次谐波噪声的问题,因此,难以在不采取消除上述问题的手段的状态下单纯地进行提高载波频率的控制。

[0074] 如上所述,根据实施方式 1 至 3 所涉及的技术,在进行 PWM 控制的电动机驱动电路中,能够解决在提高载波频率时连带产生的低阶高次谐波噪声及具有带宽的高次谐波噪声的问题。因此,即使使用以碳化硅为材料的开关元件增大通断速度,也能够在解决高次谐波噪声的问题的同时,提高电动机的运转效率。

[0075] 此外,碳化硅(SiC)与硅(Si)相比具有带隙较大的特性,是被称为宽带隙半导体的半导体的一个例子。除了该碳化硅以外,例如使用氮化镓类材料或金刚石而形成的半导体也属于宽带隙半导体,它们的特性在很多方面与碳化硅相类似。因此,使用碳化硅以外的其他宽带隙半导体的结构也符合本发明的主旨。

[0076] 另外,由上述的宽带隙半导体形成的晶体管元件和二极管元件的耐电压性较高、容许电流密度也较高,因此,可实现晶体管元件和二极管元件的小型化,通过使用上述小型化的晶体管元件或二极管元件,而能够实现组装有上述元件的半导体模块的小型化。

[0077] 另外,由宽带隙半导体形成的晶体管元件和二极管元件的耐热性也较高,因此可实现散热器的小型化,可使开关元件模块更加小型化。

[0078] 并且,由宽带隙半导体形成的晶体管元件和二极管元件的电力损耗较低,因此可实现开关元件和二极管元件的高效化,进而实现开关元件模块的高效化。

[0079] 此外,以上实施方式 1 至 4 所示的结构是本发明的结构的一个例子,也可以与其他的公知技术进行组合,在不脱离本发明的主旨的范围内,当然可以将一部分省略等,进行变更而构成。

[0080] 工业实用性

[0081] 如上所述,本实施方式所涉及的电动机驱动电路作为不增大电路规模即可充分地抑制具有带宽的高次谐波噪声的发明是有用的。

[0082] 标号的说明

[0083] 1 三相交流电源

[0084] 2 滤波器电路

[0085] 3 整流电路

[0086] 4 直流中间电路

[0087] 5 逆变器电路

[0088] 6 交流电动机

[0089] 21 噪声滤波器

[0090] 22、22a、22b 频带截止滤波器

[0091] 24 第 1 电路部(噪声滤波器)

[0092] 25 第 2 电路部(噪声滤波器)

[0093] 26 第 3 电路部(噪声滤波器)

[0094] 31 二极管元件

[0095] 32 平滑电容器

[0096] 33 开关元件

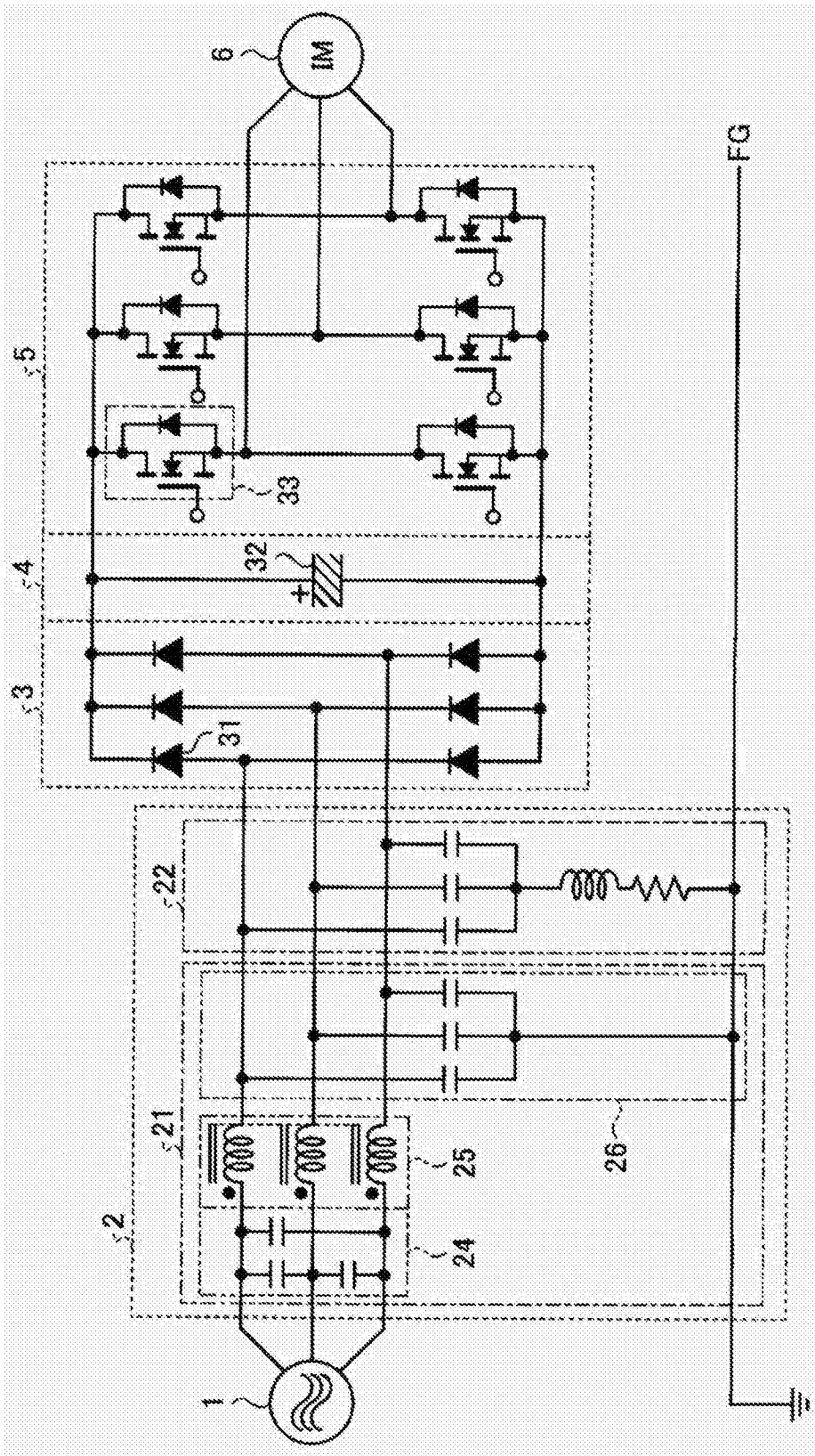


图 1

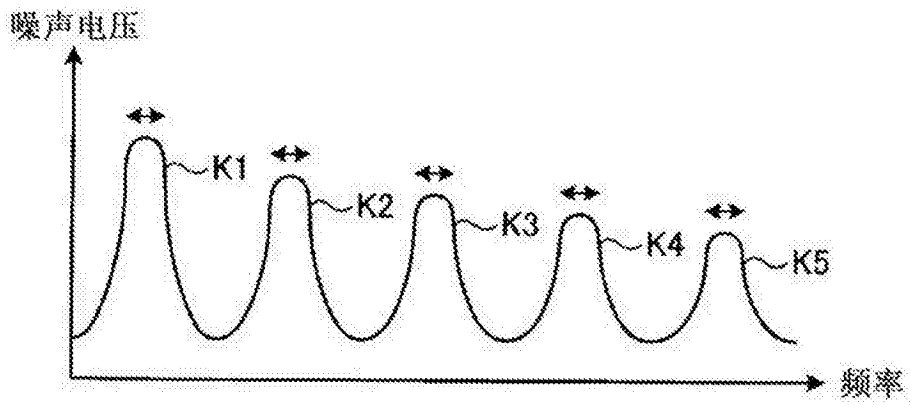


图 2

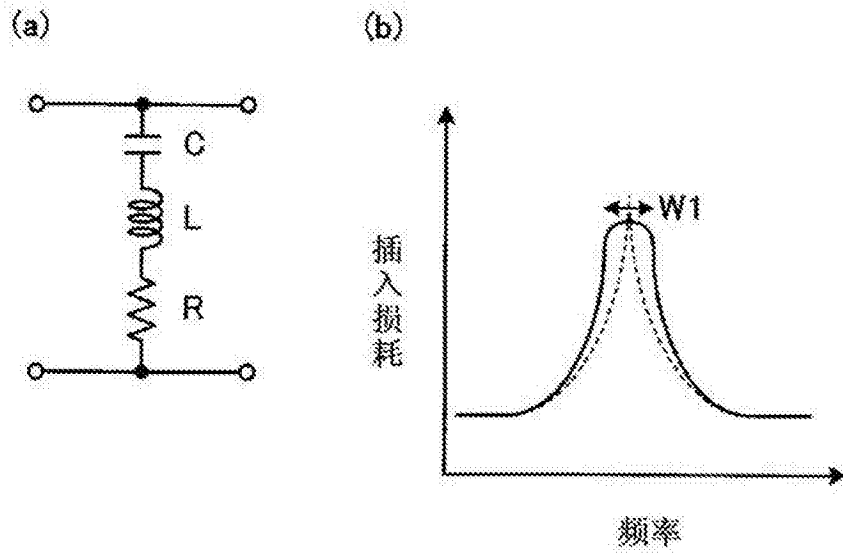


图 3

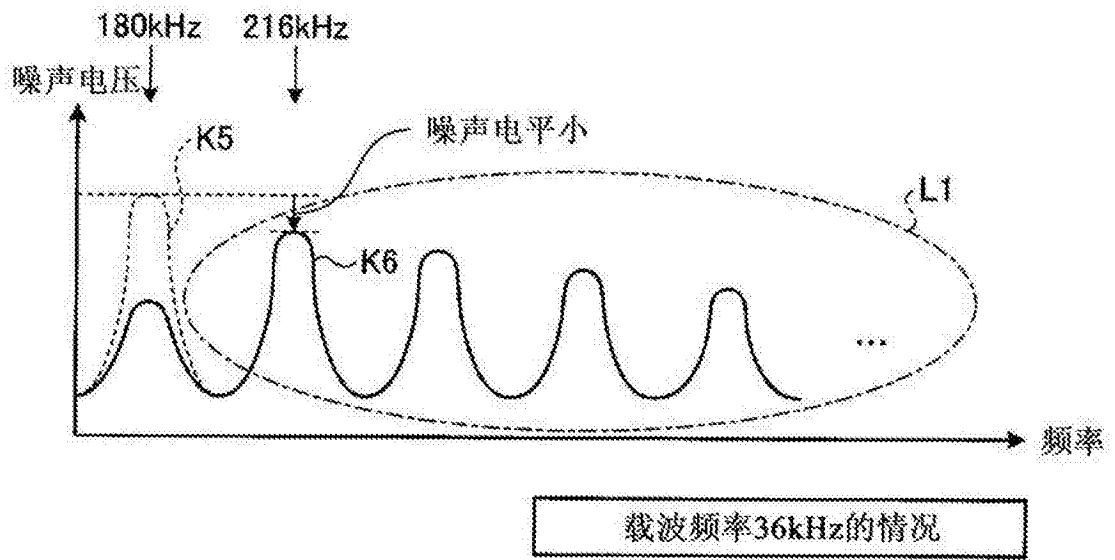


图 4

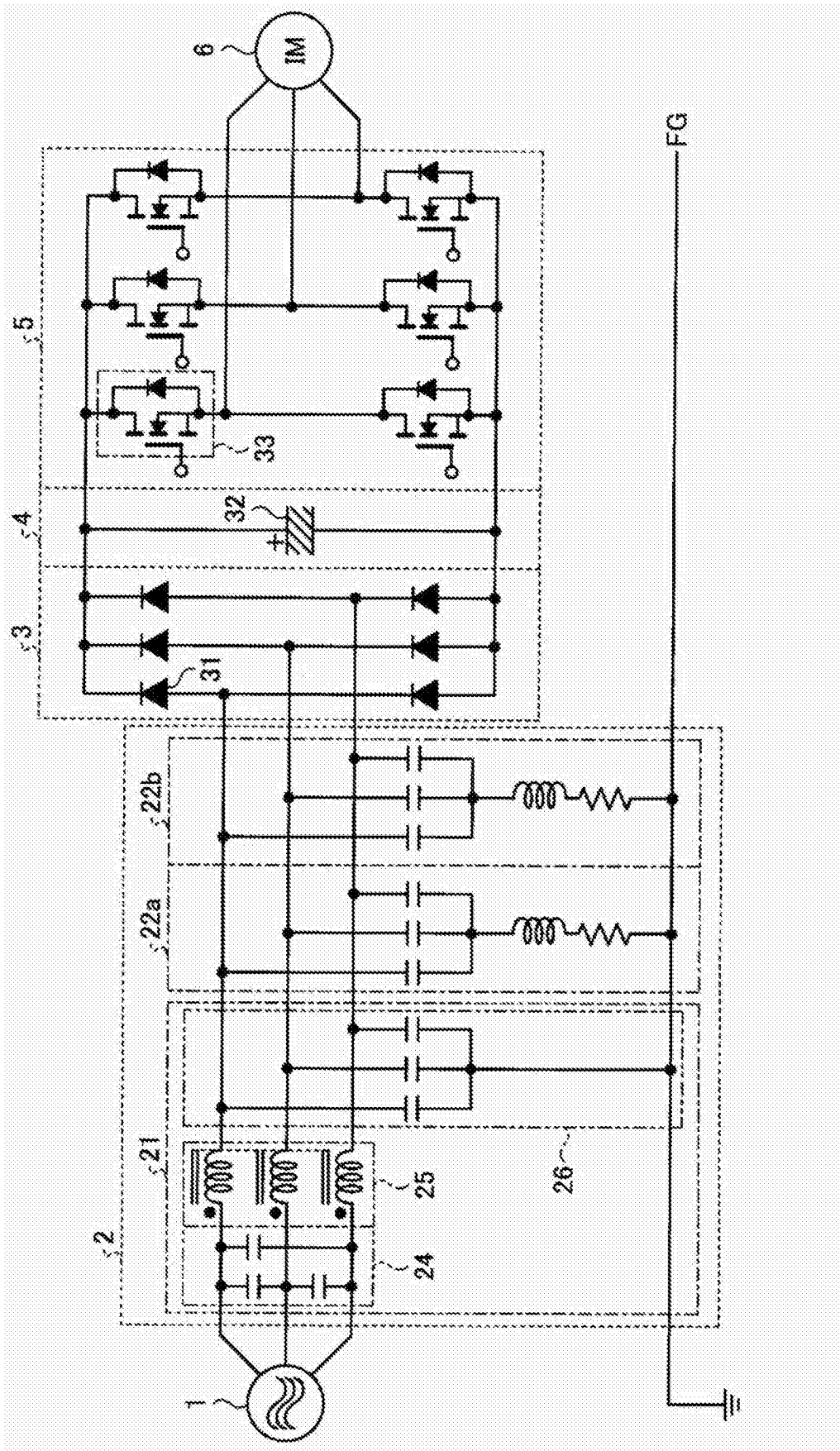


图 5

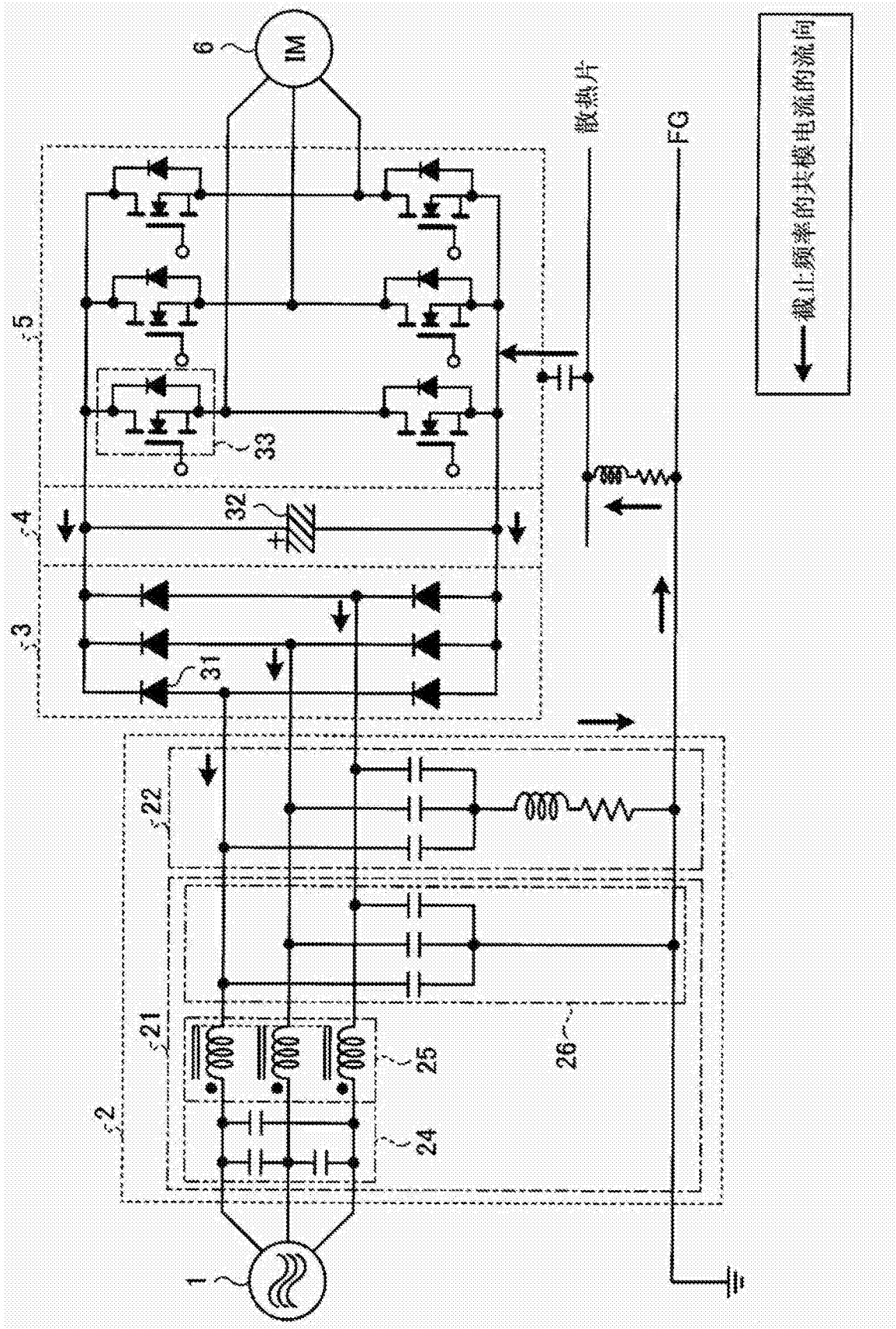


图 6

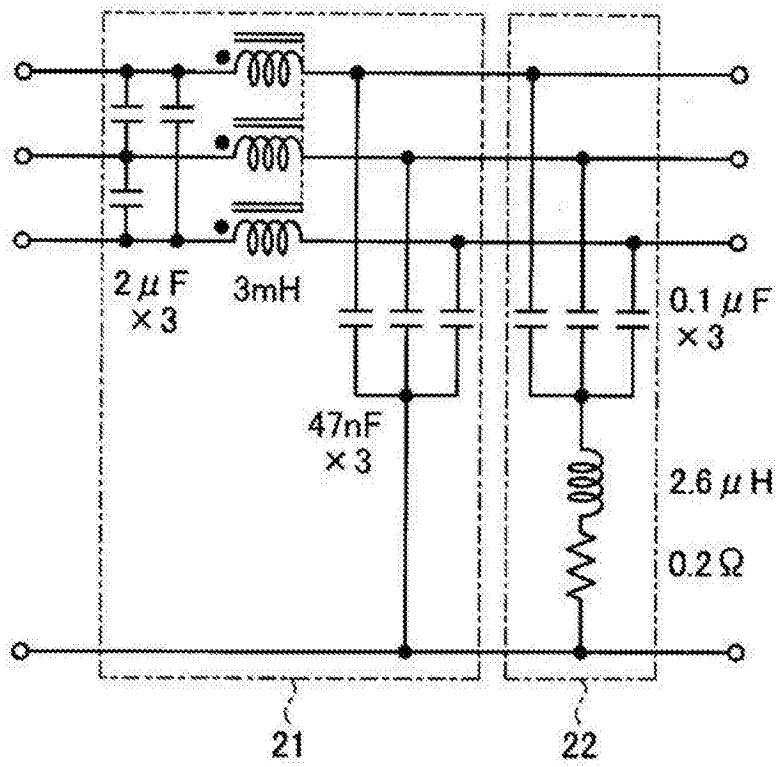


图 7

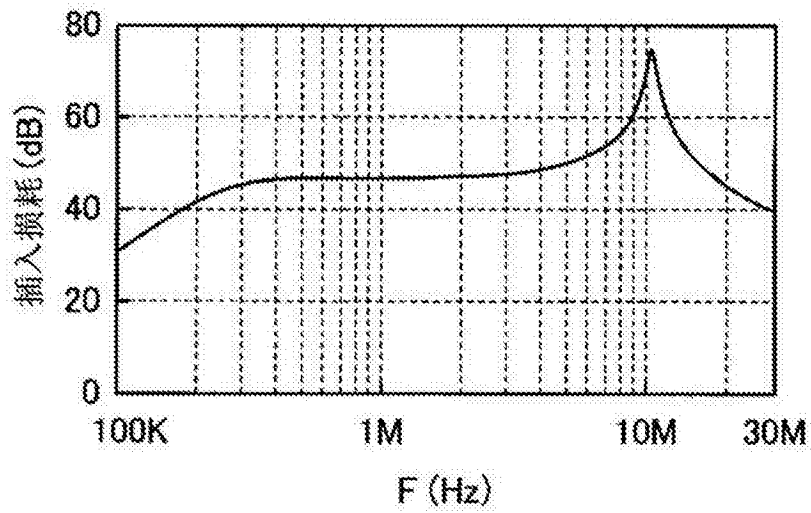


图 8

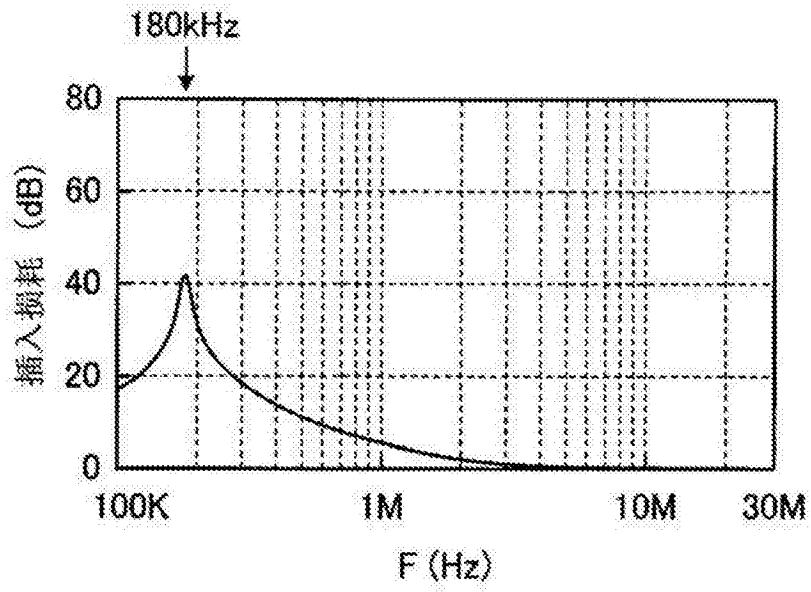


图 9

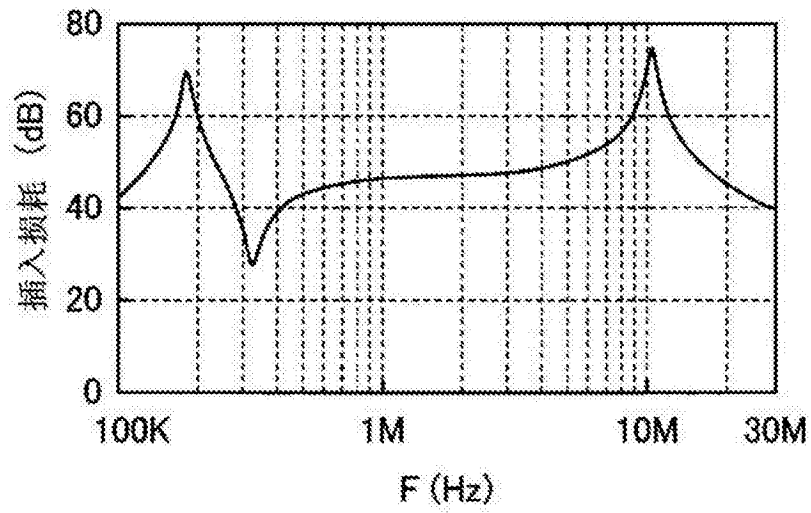


图 10

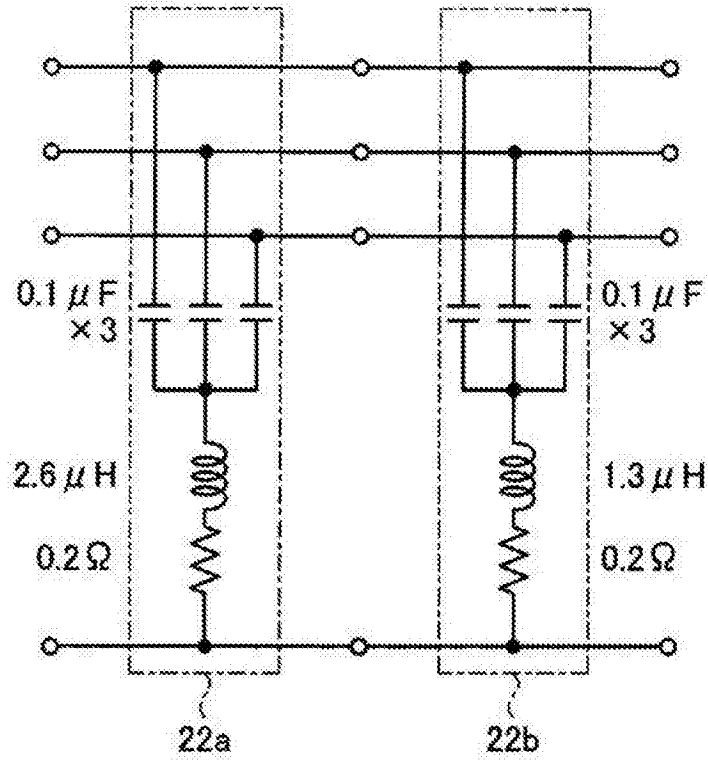


图 11

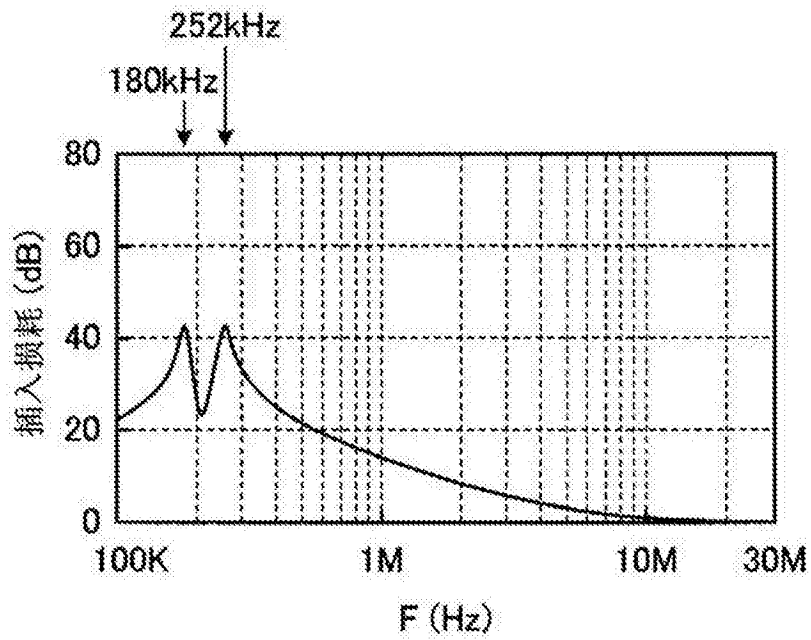


图 12

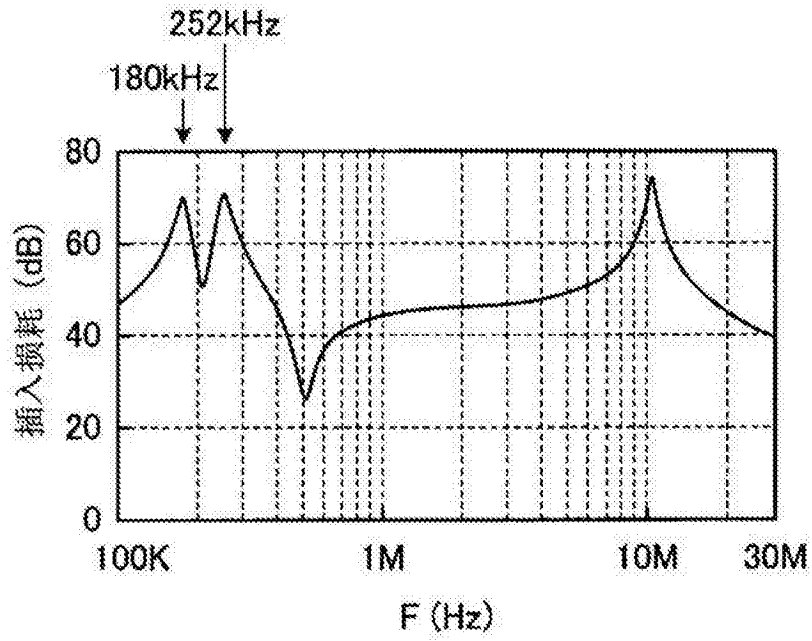


图 13

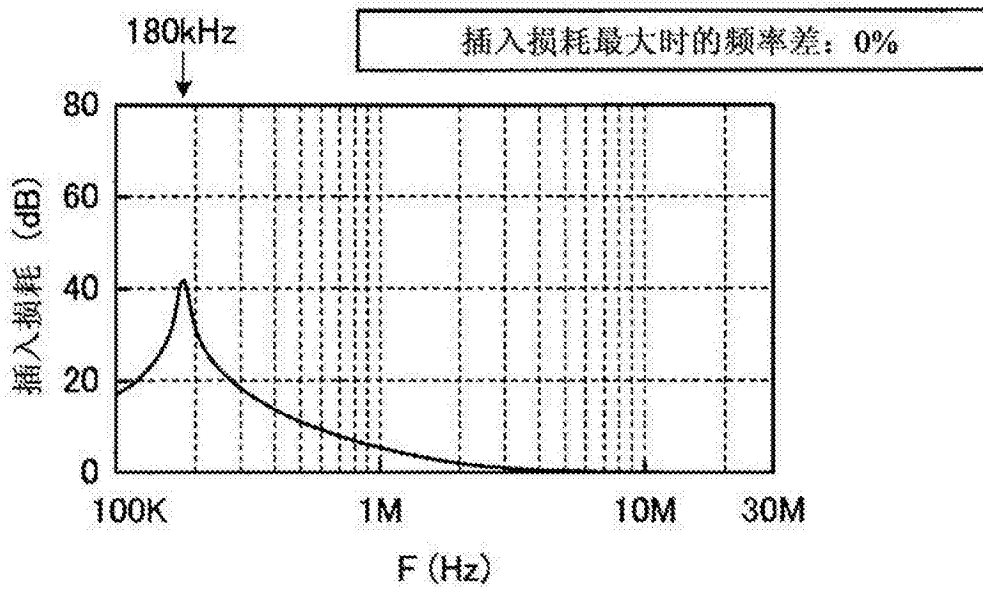


图 14

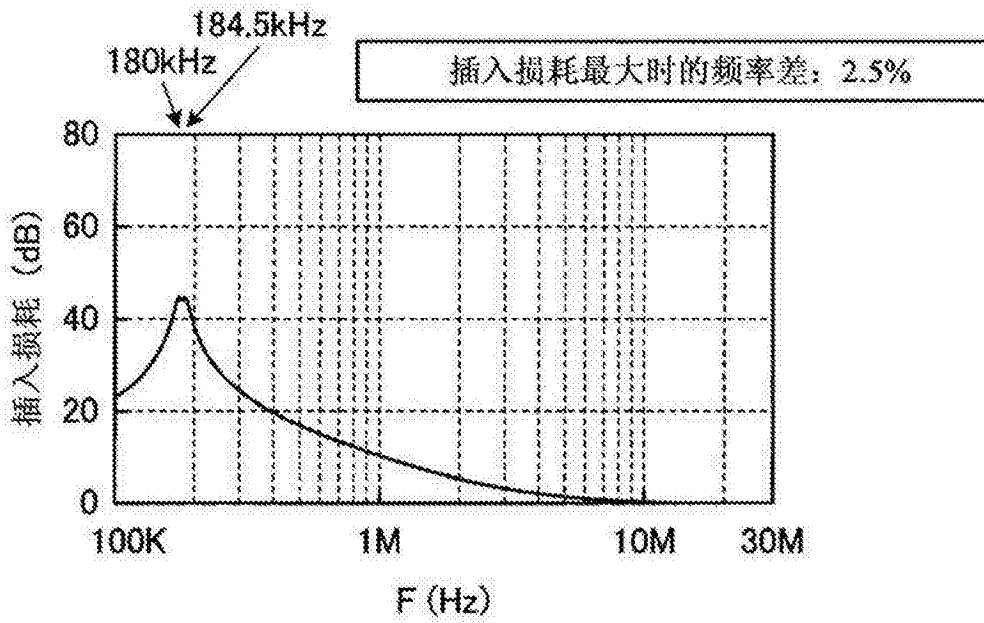


图 15

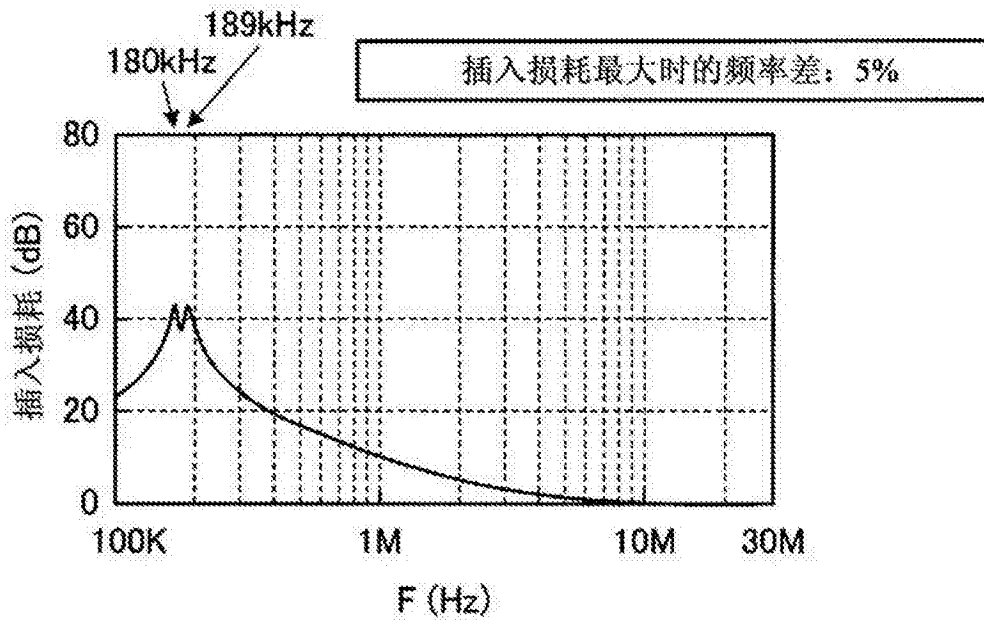


图 16